



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 42 167 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
H 03 K 17/082

②① Aktenzeichen: 197 42 167.9-31
②② Anmeldetag: 24. 9. 97
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 1. 99

DE 197 42 167 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

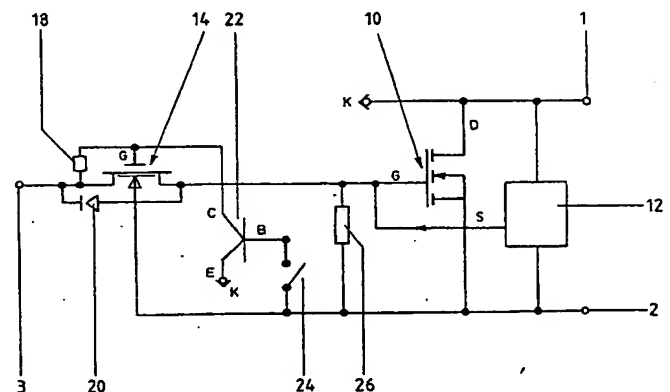
⑦② Erfinder:
Tihanyi, Jenő, Dr., 85551 Kirchheim, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 39 36 544 A1
EP 07 63 895 A2

⑤④ Ansteuerschaltung für einen Leistungs-MOSFET

⑤⑦ Ansteuerschaltung für einen Leistungs-MOSFET (10) mit einem an dessen Gateanschluß (G) angeschlossenen steuerbaren Widerstand (14) sowie einer zwischen Drainanschluß (D) und Sourceanschluß (S) des Leistungs-MOSFET (10) geschaltete Schutzeinrichtung (12) zur Verminderung des Potentials am Gateanschluß (G) des Leistungs-MOSFET (10) im Störfall, wobei eine temperatur-empfindliche Einrichtung (22) vorgesehen ist, durch welche bei Übertemperaturen der Spannungsabfall zwischen Gateanschluß (G) und Sourceanschluß (S) des Leistungs-MOSFET (10) erhöhbar ist.



DE 197 42 167 C 1

Die Erfindung betrifft eine Ansteuerschaltung für einen Leistungs-MOSFET.

Die Strombegrenzung im Kurzschlußfall ist ein aktuelles Problem in der Leistungselektronik. Besonders Schaltungsanordnungen mit Leistungstransistoren, wie z. B. MOSFET und IGBT, müssen im eingeschalteten Zustand gegen einen auftretenden Kurzschluß im Laststromkreis geschützt werden, da im Kurzschlußfall der Strom durch den Leistungstransistor sehr rasch auf ein Vielfaches des Nennstroms ansteigt und hierdurch der Leistungstransistor gefährdet wird und sogar zerstört werden kann. Die Stromanstiegsgeschwindigkeit ist hierbei im Kurzschlußfall von den im Lastkreis des Leistungstransistors befindlichen Streuinduktivitäten der Zuleitungen abhängig. Um die Zerstörung des Leistungstransistors zu vermeiden, dienen z. B. die oben erwähnten Schutzeinrichtungen.

Zum Erfassen des Kurzschlusses einer mit einem Leistungs-MOSFET in Reihe liegenden Last wird in der DE 39 36 544 A1 vorgeschlagen, die Drain-Source-Spannung mit einer Referenzspannung zu vergleichen. Bei Übersteigen eines vorgegebenen Wertes wird ein zwischen Gate- und Sourceanschluß liegender Schalter leitend gesteuert, der die Gate-Source-Kapazität entlädt. Der Schalter steuert seinerseits einen zwischen Treiber und Gateanschluß liegenden steuerbaren Widerstand in einen Bereich höheren Widerstandes, so daß zusätzlich der Ladestrom für die Gate-Source-Kapazität verringert wird.

Eine intern bekannte Ansteuerschaltung mit integrierter Schutzeinrichtung ist vereinfacht in Fig. 5 dargestellt. Die Schaltungsanordnung verfügt über einen Leistungs-MOSFET 10, dessen Drainanschluß D mit einer ersten Klemme 1 und dessen Source-Anschluß S mit einer zweiten Klemme 2 verbunden ist. Zwischen die beiden Klemmen 1 und 2 ist eine Schutzeinrichtung 12 geschaltet. Die Schutzeinrichtung 12 ist mit dem Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 in Verbindung, um bei einem auftretendem Störfall, z. B. Übertemperatur, Überstrom oder Überspannung, das Potential am Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 zu vermindern. Zusätzlich verfügt die Ansteuerschaltung von Fig. 5 über einen steuerbaren Widerstand 14, hier in Form eines Enhancement-MOSFET, dessen Laststrecke zwischen den Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 und eine dritte Klemme 3 zum Anlegen eines Steuersignales geschaltet ist. Der Substratanschluß des MOSFET 14 ist mit der Klemme 2 in Verbindung und dessen Gateanschluß G an den Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET geschaltet. Strichliert ist in Fig. 5 noch die interne Gatekapazität 16 des MOSFET 14 dargestellt.

Die in Fig. 5 dargestellte Ansteuerschaltung erlaubt einen Schutz des Leistungs-MOSFET 10 nur dann, wenn die Drain-Source-Spannung am Leistungs-MOSFET 10, also die zwischen den Klemmen 1 und 2 abfallende Spannung, etwa größer +2 Volt ist. Bei kleinerer Drain-Source-Spannung löst die Schutzeinrichtung 12 nicht aus, so daß das Gatepotential des Leistungs-MOSFET 10 nicht vermindert wird. Ein Schutz des Leistungs-MOSFET 10 ist damit bei kleinem Spannungsabfall an den Klemmen 1 und 2 nicht mehr gewährleistet. Dies ist insbesondere bei auftretendem Kurzschluß zwischen den Klemmen 1 und 2 der Fall.

In der EP 0 763 895 A2 ist eine Schaltungsanordnung mit einem Leistungsschalter beschrieben, in dem der Leistungs-MOSFET eine Temperatursensorschaltung aufweist, die bei Übertemperatur den Gateanschluß zum Sourceanschluß kurzschließt und dadurch den Laststromfluß durch den Leistungs-MOSFET abschaltet. Die zwischen Drainanschluß und Sourceanschluß geschaltete Temperatursensorschaltung

ist nur funktionsfähig, wenn die Drain-Source-Spannung des Leistungs-MOSFET eine bestimmte Spannungsschwelle überschreitet. Um bei Übertemperatur den Leistungs-MOSFET auch unterhalb dieser Schwelle sicher abzuschalten, ist zwischen den Drainanschluß und dem Gateanschluß des Leistungs-MOSFET eine Schalteinrichtung geschaltet, die einschaltet, sobald die Drain-Source-Spannung unter die angegebene Schwelle fällt.

Die Erfindung hat das Ziel, die zuvor beschriebene und in Fig. 5 dargestellte Ansteuerschaltung so weiterzubilden, daß ein wirksamer Schutz des Leistungs-MOSFET 10 auch dann gewährleistet ist, wenn die Drain-Source-Spannung des Leistungs-MOSFET 10 unter die zuvor erwähnte notwendige Schwelle von beispielsweise 2 Volt gefallen ist.

Dieses Ziel wird durch eine Ansteuerschaltung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Ansteuerschaltung nach der Erfindung beruht im wesentlichen darauf, eine in den Halbleiterchip des Leistungs-MOSFET integrierte temperaturempfindliche Einrichtung vorzusehen, durch welche bei auftretenden Übertemperaturen im Leistungs-MOSFET der Spannungsabfall zwischen Gateanschluß und Sourceanschluß des Leistungs-MOSFET erhöhbar ist. Eine solche Erhöhung des Spannungsabfalls stellt sicher, daß die an sich bekannte und parallel zur Laststrecke des Leistungs-MOSFET geschaltete Schutzeinrichtung mit ausreichender Versorgungsspannung gespeist wird und daher sicher auslösen kann, selbst dann, wenn die Reihenschaltung der Laststrecke des Leistungs-MOSFET mit einem an die Laststrecke des Leistungs-MOSFET geschalteten Verbrauches kurzgeschlossen ist.

Die temperaturempfindliche Einrichtung ist vorzugsweise ein temperaturempfindliches Bauelement, z. B. ein temperaturempfindlicher Bipolartransistor, welcher mit der Steuerelektrode des an den Gateanschluß des Leistungs-MOSFET gekoppelten steuerbaren Widerstandes verbunden ist.

Die temperaturempfindliche Einrichtung, wird zweckmäßigerweise im Leistungs-MOSFET-Chip integrierend angeordnet, und zwar dort, wo bei Überlast die heißeste Stelle im Halbleiterkörper vermutet wird bzw. auftritt. Wenn die temperaturempfindliche Einrichtung heiß wird, führt dies zu einer Erhöhung des Widerstandes des steuerbaren Widerstandes, der an den Gateanschluß des Leistungs-MOSFET geschaltet ist. Hierdurch wird der Leistungs-MOSFET weniger leitfähig. Wenn die Drain-Source-Spannung des Leistungs-MOSFET jedoch steigt, kann der bekannte Schutzmechanismus der Schutzeinrichtung auslösen.

Die Ansteuerschaltung nach der Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit weiteren Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung nach der Erfindung im Schaltbild,

Fig. 2: ausschnittsweise den Schnitt durch einen Halbleiterkörper, in den die Ansteuerschaltung von Fig. 1 integriert ist,

Fig. 3: ein zweites Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung nach der Erfindung,

Fig. 4: ein drittes Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung nach der Erfindung, und

Fig. 5: die bereits erläuterte intern bekannte Ansteuerschaltung für einen Leistungs-MOSFET.

In den nachfolgenden Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung.

In Fig. 1 ist die Schaltungsanordnung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Ansteuerschaltung für einen Leistungs-MOSFET 10 dargestellt. Die Schaltungsanordnung

von Fig. 1 entspricht bis auf die nachfolgend erläuterten Unterschiede der Ansteuerschaltung von Fig. 5, weswegen die dort beschriebenen Schaltungs-komponenten und deren Verbindung untereinander nicht nochmals einzeln aufgeführt wird. Vielmehr wird diesbezüglich auf Fig. 5 verwiesen.

Zusätzlich zur Schaltungsanordnung von Fig. 5 ist in der Schaltungsanordnung von Fig. 1 eine temperaturempfindliche Einrichtung, hier ein temperaturempfindlicher Bipolartransistor 22 vorgesehen, welcher in den Halbleiterkörper des Leistungs-MOSFET 10 in noch zu erläuternder Weise integriert ist. Der Kollektoranschluß C dieses Bipolartransistors 22 ist mit dem Gateanschluß G des MOSFET 14 und über einen Widerstand 18 mit der Klemme 3 in Verbindung. Der Emitteranschluß E des Bipolartransistors ist mit dem Drainanschluß D des Leistungs-MOSFET 10, in Kontakt. Diese Kontaktierung ist in Fig. 1 durch das gemeinsame Bezugszeichen K angedeutet. Der Basisanschluß B des Bipolartransistors 22 ist über eine Schalteinrichtung 24 mit der Klemme 2 in Verbindung. Zwischen den Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 und der Klemme 2 ist noch ein weiterer Widerstand 26, hier ein ohmscher Widerstand geschaltet. Zusätzlich ist parallel zur Laststrecke des MOSFET 14 eine Diode 20 so geschaltet, daß deren Kathodenanschluß mit der Klemme 3 und deren Anodenanschluß mit dem Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 in Verbindung steht.

Die Funktionsweise der in Fig. 1 dargestellten Schaltungsanordnung ist folgende.

Bei normalen Betriebsbedingungen ist die Schutz-einrichtung 12 und der Bipolartransistor 22 inaktiv. Bei Anliegen eines Steuersignales an der Klemme 3 wird der Leistungs-MOSFET 10 entsprechend dem Eingangssignal an der Klemme 3 ein- bzw. ausgeschaltet. Bei einer auftretenden Übertemperatur oder Überspannung bewirkt die Schutz-einrichtung 12, daß das Potential an Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 vermindert wird, wodurch ein Abschalten des Leistungs-MOSFET 10 erfolgt.

Im Kurzschlußfall an den Klemmen 1 und 2 löst zunächst aufgrund des zu geringen Spannungsabfalls zwischen den Klemmen 1 und 2 die Schutz-einrichtung 12 nicht aus. Der Kurzschluß führt jedoch dazu, daß der vorzugsweise im Halbleiterkörper des Leistungs-MOSFET 10 angeordnete temperaturempfindliche Bipolartransistor 22 sehr heiß wird. Wenn der Bipolartransistor heiß wird, reduziert dies das Potential am Gateanschluß G des MOSFET 14, weil der Emitter-Kollektorstrom des Bipolartransistors 22 ansteigt. Eine Verminderung des Gatepotentials am MOSFET 14 führt dazu, daß dieser immer weniger leitet und damit hochohmiger wird. Dies führt gleichzeitig zu einer Verminderung des Potentials am Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10, wodurch dieser ebenfalls weniger leitet. Als Folge steigt die Drain-Source-Spannung am Leistungs-MOSFET 10 soweit an, daß der Spannungsabfall zwischen den Klemmen 1 und 2 ausreichend hoch ist, damit die Schutz-einrichtung 12 funktionieren kann. Die Schwelle für ein Funktionieren der Schutz-einrichtung 12 liegt beispielsweise bei etwa +2 Volt.

Der in Fig. 1 dargestellte ohmsche Widerstand 26 bildet mit dem durch den MOSFET 14 gebildeten steuerbaren Widerstand einen Spannungsteiler. Die in Fig. 1 dargestellte Schalteinrichtung 24 ist ein weiterer Schutzmechanismus, wenn eine vorgegebene Drain-Source-Spannung am Leistungs-MOSFET 10 überschritten wird. Übersteigt die Drain-Source-Spannung beispielsweise +10 Volt, schaltet die Schalteinrichtung 24 ein, wodurch der Bipolartransistor 22 leitend wird und der steuerbare Widerstand 14 sehr hochohmig wird, was ebenfalls zu einem Abschalten des Leistungs-MOSFET 10 führt.

In Fig. 2 ist ein Halbleiterkörper 38 ausschnittsweise im

Schnitt dargestellt. In diesen Halbleiterkörper 38 ist die Ansteuerschaltung von Fig. 1 integriert. Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist lediglich der Bereich des Halbleiterkörpers 38 dargestellt, der den temperaturempfindlichen Bipolartransistor 22 und teilweise den Leistungs-MOSFET 10 enthält. Der Halbleiterkörper 38 weist ein Substrat mit einem durchgehenden n⁺-Gebiet 40 auf. Dieses n⁺-Gebiet sitzt auf einer Drain-Elektrode, die den Drainanschluß D des Leistungs-MOSFET 10 bildet. Diese Drain-Elektrode D erstreckt sich auch in den Bereich des Halbleiterkörpers 38, in der der Bipolartransistor 22 integriert ist. Der Bipolartransistor 22 ist vorzugsweise im Halbleiterkörper 38 an einer Stelle integriert, in der bei Überlastung des Leistungs-MOSFET 10 die größte Erhitzung auftritt bzw. vermutet wird. Auf dem n⁺-Gebiet ist ein n⁻-Gebiet 42 angeordnet. In dem n⁻-Gebiet 42 sitzt im Bereich des Leistungs-MOSFET 10 in an sich bekannter Weise eine p-Wanne 50 mit integrierter n⁺-Wanne 52. Diese n⁺-Wanne ist mit dem Sourceanschluß S des Leistungs-MOSFET 10 in Verbindung. Zusätzlich ist ein Gateanschluß G vorgesehen, welcher über eine Metallschicht 56 mit darunterliegender Oxidschicht 54 auf der oberen Hauptfläche des Halbleiterkörpers 38 aufsitzt. Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist in der Darstellung von Fig. 2 lediglich ein Teil des Leistungs-MOSFET 10 gezeigt.

Zur Integration des Bipolartransistors 22 in den Halbleiterkörper 38 ist in das n⁻-Gebiet 42 eine p-dotierte Wanne eingebettet. Wie die Schnittansicht von Fig. 2 zeigt, weist diese p-dotierte Wanne rechts ein p⁺-dotiertes Gebiet 44 und links anschließend ein im Vergleich zum p⁺-Gebiet 44 weniger tiefes p⁻-Gebiet 46 eingebettet. In das p⁻-Gebiet ist ein n⁺-Gebiet 48 eingebettet und von einem Kollektoranschluß C kontaktiert. Das p⁺-Gebiet 44 ist von einem Basisanschluß B des Bipolartransistors 22 kontaktiert. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist es in sehr einfacher Weise möglich, den Bipolartransistor 22 innerhalb des Halbleiterkörpers 38 der gesamten Ansteuerschaltung zu integrieren. Durch die integrierende Anordnung des Bipolartransistors 22 innerhalb des Halbleiterkörpers 38 und dort insbesondere an der heißesten Stelle beim Auftreten von Überlast kann der im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene Schutzmechanismus zur Erhöhung der Drain-Source-Spannung im Kurzschlußfall realisiert werden.

In Fig. 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung nach der Erfindung dargestellt. Die Ansteuerschaltung von Fig. 3 entspricht der Schaltungsanordnung von Fig. 1. Allerdings ist jetzt die Schalteinrichtung 24 im Detail angegeben. Die Schalteinrichtung 24 weist einen Depletion-MOSFET 27 auf, dessen Sourceanschluß S mit der Klemme 2 und dessen Drainanschluß D mit dem Basisanschluß B des temperaturempfindlichen Bipolartransistors 22 in Verbindung steht. Der Gateanschluß G des MOSFET 27 ist über einen ohmschen Widerstand 28 mit der Klemme 2 in Verbindung. Der Gateanschluß G des MOSFET 27 ist zusätzlich an den Sourceanschluß S eines Enhancement-MOSFET 29 angeschlossen. Dessen Substratanschluß ist mit der Klemme 2 in Verbindung, ebenfalls dessen Gateanschluß G. Der Drainanschluß D des MOSFET 29 ist an die Klemme 1 angeschlossen.

Die Schalteinrichtung 24, bestehend aus den beiden MOSFET 27, 29 und dem Widerstand 28 bewirkt beim Auftreten einer Überspannung von beispielsweise größer 10 Volt ein Einschalten des MOSFET 27, was zugleich zum Durchschalten des Bipolartransistors 22 führt. Das Durchschalten des Bipolartransistors 22 führt zur Absenkung des Potentials am Gateanschluß G des MOSFET 14, wodurch ebenfalls der Leistungs-MOSFET 10 abgeschaltet wird.

In dem dritten Ausführungsbeispiel einer erfindungs-gemäßen Ansteuerschaltung gemäß Fig. 4 ist die aus den Fig.

1 und 3 bekannte Diode 20 durch einen MOSFET 20' ersetzt. Zusätzlich ist der in Fig. 1 und Fig. 3 dargestellte und beschriebene ohmsche Widerstand 26 durch einen Bipolartransistor 30 ersetzt. Hierzu ist der npn-Bipolartransistor 30 mit seinem Basisanschluß B mit dem Basisanschluß B des Bipolartransistors 22 verbunden. Der Kollektoranschluß C des Bipolartransistors 30 ist an den Gateanschluß G des Leistungs-MOSFET 10 angeschlossen und der Emitteranschluß E des Bipolartransistors 30 steht mit der Klemme 1 in Verbindung, ist also bei integrierter Ausführungsform mit der Drain-Elektrode D des Leistungs-MOSFET 10 in Kontakt. Durch den Bipolartransistor 30 fließt ein temperaturabhängiger Sperrstrom. Dies bewirkt, daß im Normalbetrieb der Ansteuerschaltung kein Eingangsstrom fließt.

Die Diode 20 (vgl. hierzu Fig. 1 und Fig. 3) bzw. der als Diode geschaltete MOSFET 20 in Fig. 4 dient zur Reduzierung der Abschaltzeit des Leistungs-MOSFET und ist daher optional. Die in den Schaltungsanordnungen von Fig. 1 bis Fig. 4 dargestellten ohmschen Widerstände können auch durch Depletion-MOSFET ersetzt sein.

Bezugszeichenliste

1 Klemme	
2 Klemme	
3 Klemme	
10 Leistungs-MOSFET	
12 Schutzeinrichtung	
14 MOSFET	
16 interne Gatekapazität	
18 Widerstand	
20 Diode	
20' MOSFET-Diode	
22 Bipolartransistor	
24 Schalteinrichtung	
26 Widerstand	
27 MOSFET	
28 Widerstand	
29 MOSFET	
38 Halbleiterkörper	
40 n ⁺ -Gebiet	
42 -Gebiet	
44 p ⁺ -Gebiet	
46 p ⁻ -Gebiet	
48 n ⁺ -Gebiet	
50 p-Wanne	
52 n ⁺ -Wanne	
54 Oxidationsschicht	
56 Metallschicht	
B Basisanschluß	
C Kollektoranschluß	
D Drainanschluß	
E Emitteranschluß	
G Gateanschluß	
K Punkt	
S Sourceanschluß	

Patentansprüche

1. Ansteuerschaltung für einen Leistungs-MOSFET (10) mit einem an dessen Gateanschluß (G) angeschlossen steuerbaren Widerstand (14) sowie einer zwischen Drainanschluß (D) und Sourceanschluß (S) des Leistungs-MOSFET (10) geschalteten Schutzeinrichtung (12) zur Verminderung des Potentials am Gateanschluß (G) des Leistungs-MOSFET (10) im Störfall, wobei eine temperaturempfindliche Einrichtung (22) vorgesehen ist, durch welche bei auftretenden

Übertemperaturen im Leistungs-MOSFET (10) der Spannungsabfall zwischen Gateanschluß (G) und Sourceanschluß (S) des Leistungs-MOSFET (10) erhöhbar ist.

2. Ansteuerschaltung nach Anspruch 1, wobei die temperaturempfindliche Einrichtung (22) ein temperaturempfindliches Bauelement (22) ist, das mit der Steuerelektrode (G) des steuerbaren Widerstandes (14) in Verbindung steht.

3. Ansteuerschaltung nach Anspruch 2, wobei das temperaturempfindliche Bauelement (22) innerhalb des Halbleiterkörpers (38) des Leistungs-MOSFET (10) integriert ist.

4. Ansteuerschaltung nach Anspruch 3, wobei das temperaturempfindliche Bauelement (22) in einem Bereich des Halbleiterkörpers (38) angeordnet ist, in welchem bei Überlast die heißeste Stelle auftritt.

5. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das temperaturempfindliche Bauelement (22) ein Bipolartransistor ist.

6. Ansteuerschaltung nach Anspruch 5, wobei der Kollektoranschluß (C) des Bipolartransistors (22) mit dem Steueranschluß (G) des steuerbaren Widerstandes (14) verbunden ist, wobei der Basisanschluß (B) des Bipolartransistors (22) über eine Schalteinrichtung (24) an eine Klemme (2) für Versorgungsspannung geschaltet ist, und wobei der Emitteranschluß (E) des Bipolartransistors (22) an den Drainanschluß (D) des Leistungs-MOSFET (10) angeschlossen ist.

7. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der steuerbare Widerstand (14) ein MOSFET ist.

8. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei zwischen den Gateanschluß (G) und Sourceanschluß (S) des Leistungs-MOSFET (10) ein Widerstand (26) geschaltet ist.

9. Ansteuerschaltung nach Anspruch 8, wobei der Widerstand (26) ein ohmscher Widerstand (26) ist.

10. Ansteuerschaltung nach Anspruch 8, wobei der Widerstand (26) ein Bipolartransistor (30) ist, dessen Basisanschluß (B) mit der temperaturempfindlichen Einrichtung (22) gekoppelt ist, wobei der Kollektoranschluß (C) des Bipolartransistors (30) mit dem Gateanschluß (G) des Leistungs-MOSFET (10) gekoppelt ist, und wobei der Emitteranschluß (E) des Bipolartransistors (30) mit dem Drainanschluß (D) des Leistungs-MOSFET (10) gekoppelt ist.

11. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei parallel zum steuerbaren Widerstand (14) eine Diode (20) geschaltet ist, wobei der Kathodenanschluß der Diode (20) mit der Klemme (3) für den Eingang und der Anodenanschluß der Diode (20) mit dem Gateanschluß (G) des Leistungs-MOSFET (10) verbunden ist.

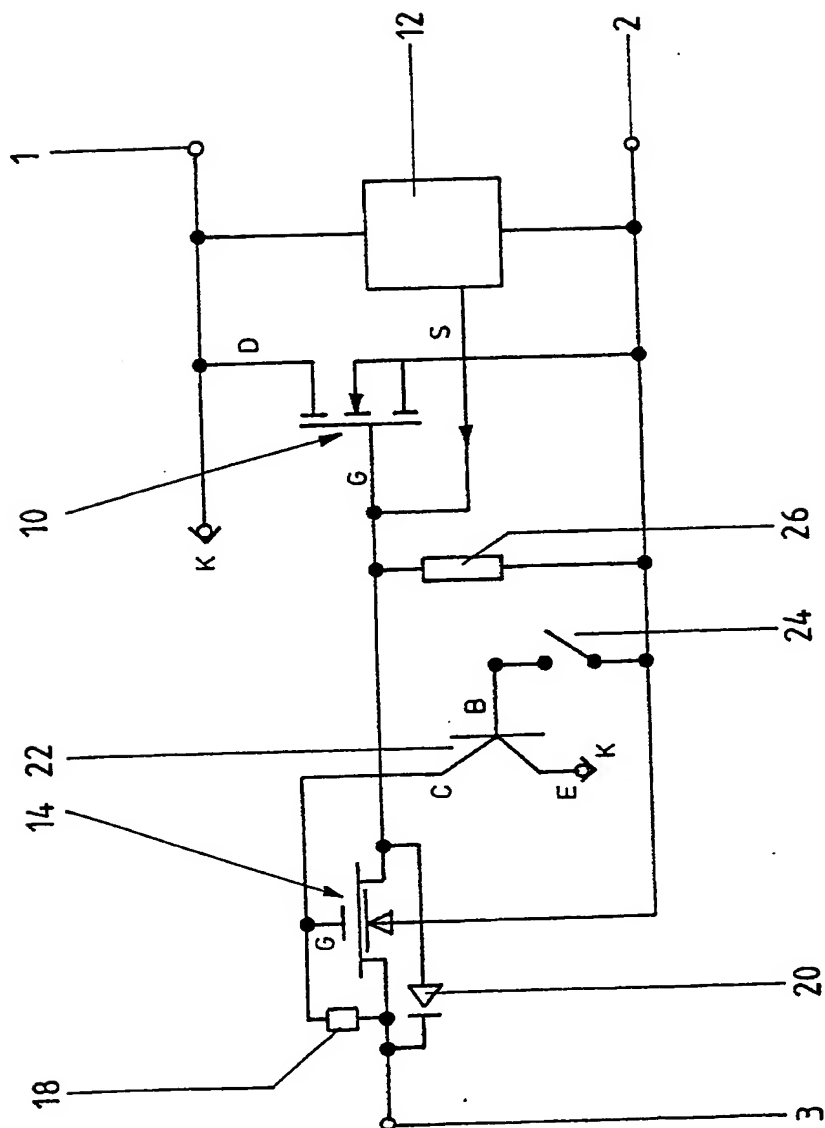
12. Ansteuerschaltung nach Anspruch 11, wobei die Diode (20) durch einen MOSFET gebildet ist.

13. Ansteuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Widerstände der Ansteuerschaltung durch die Depletion-MOSFET gebildet sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1



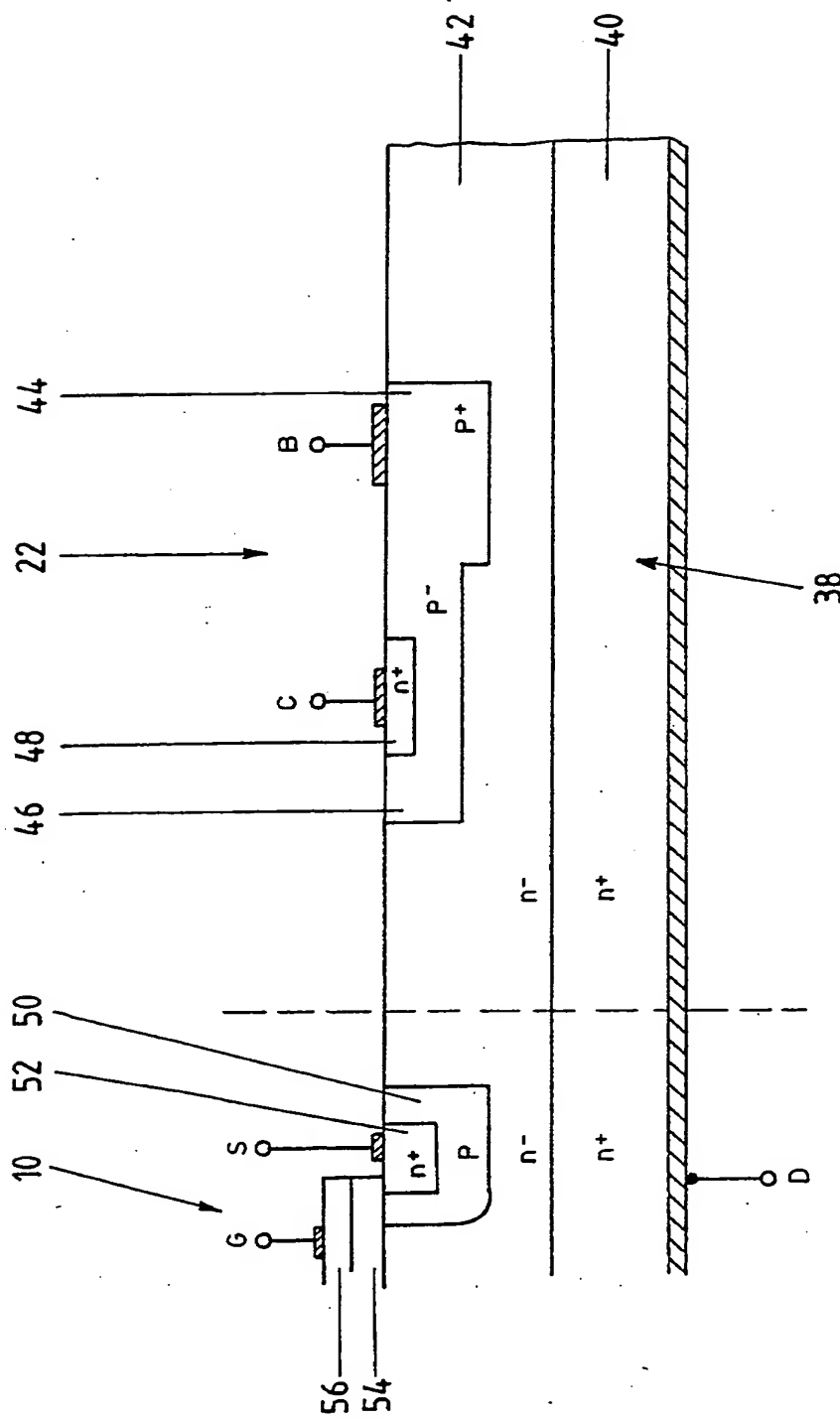
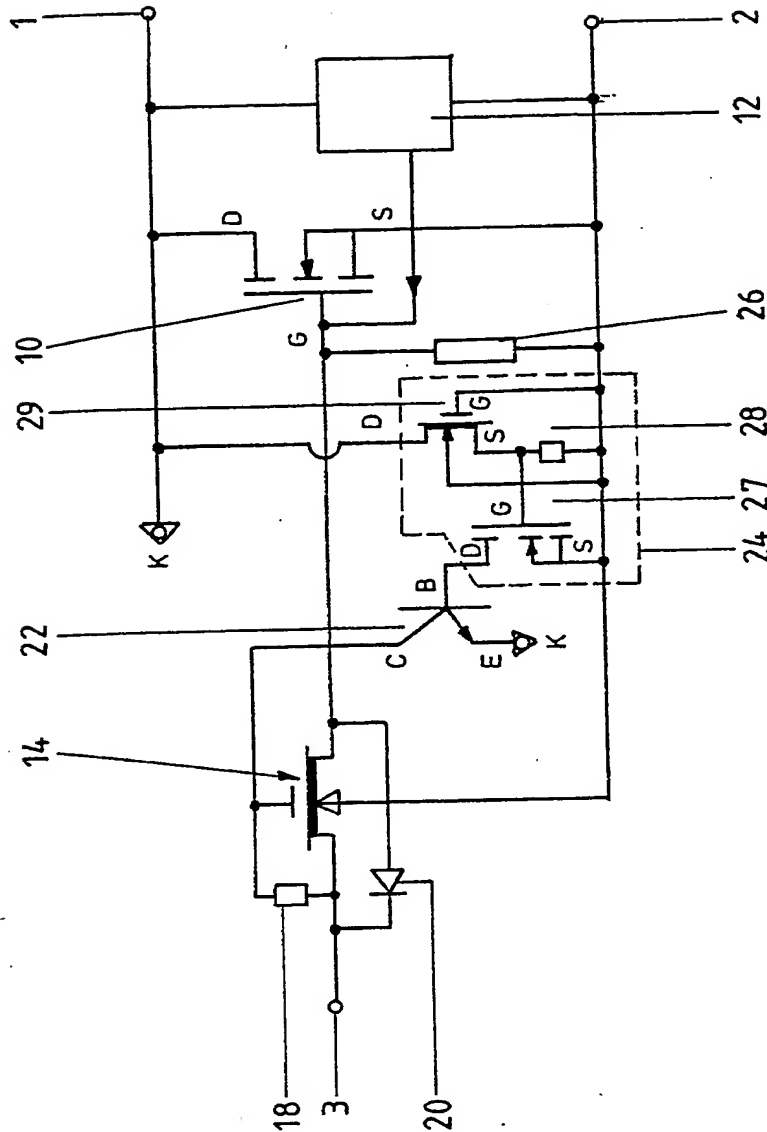


Fig. 2

Fig. 3



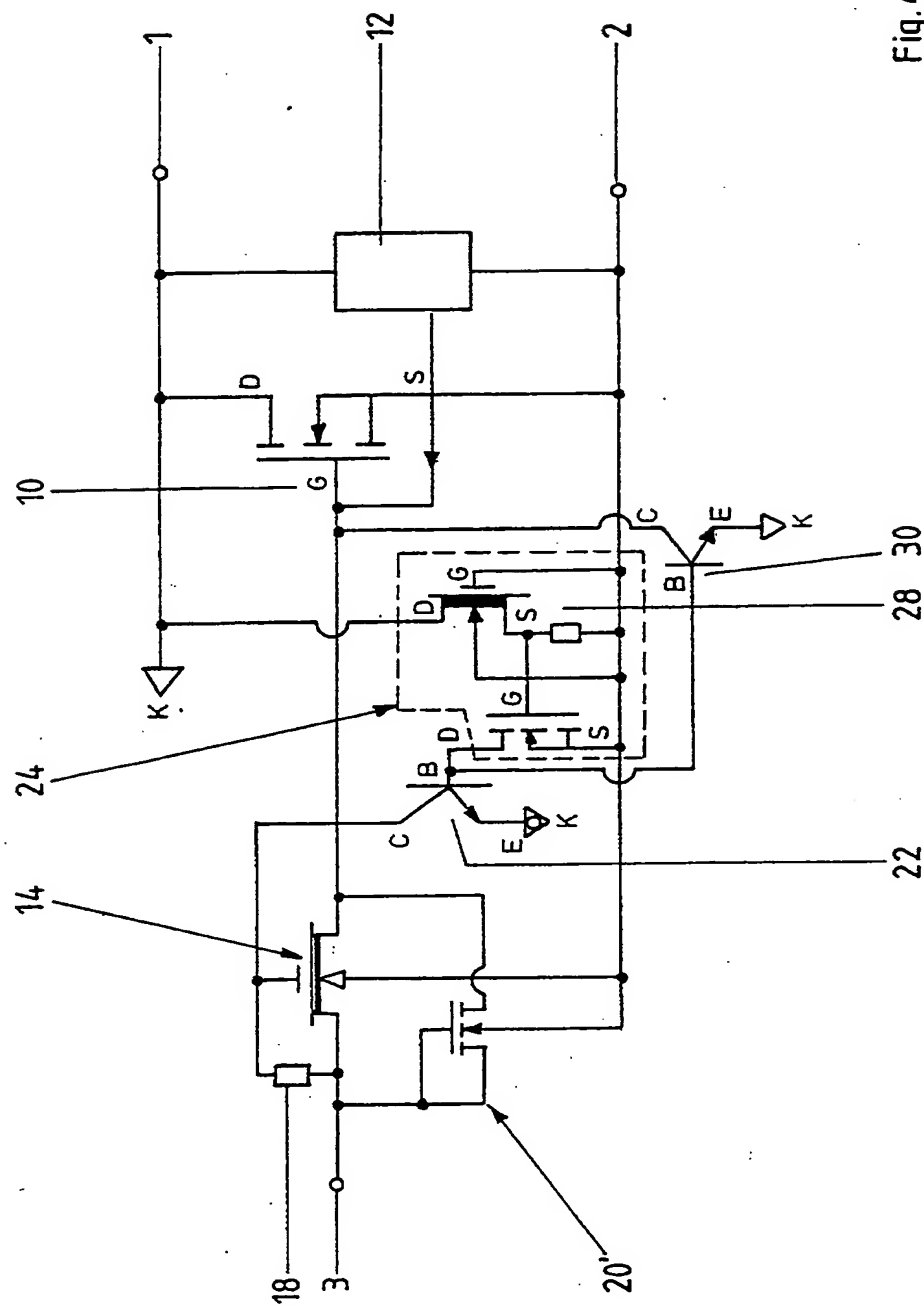


Fig. 4

